Trabalho e energia: trabalho de uma força

Aula 24 / Pg. 338 / Setor A / Alfa 3

Apresentação, orientação e tarefa: **fisicasp.com.br**

Professor Caio

1. Trabalho e energia

Energia

- Não há um conceito preciso de energia.
- A quantidade de energia do universo se mantém constante.
- Energia não pode ser criada ou destruída.
- A energia pode ser transformada de uma modalidade em outra ou transferida de um corpo a outro.

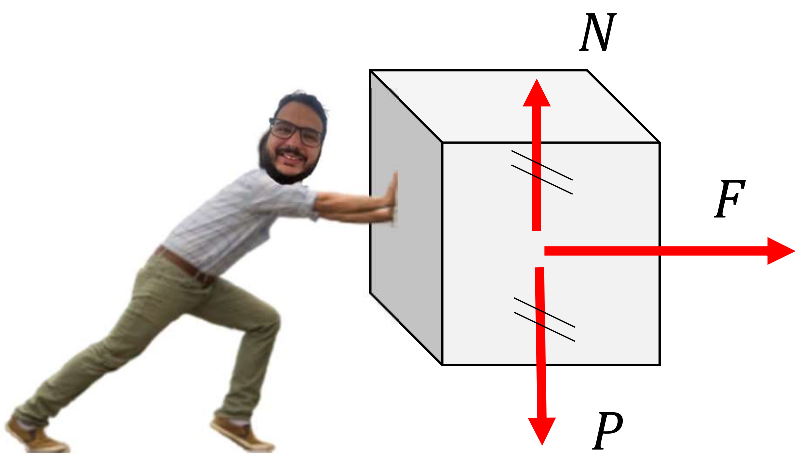
Trabalho de uma força (τ ou τ ou W)

- Calcula a quantidade de energia que é transformada ou transferida.

Exemplo:

Dacar

Cede energia



Caixa

Recebe energia

τ_F = quantidade de energia que o cedeu ou que a caixa recebeu

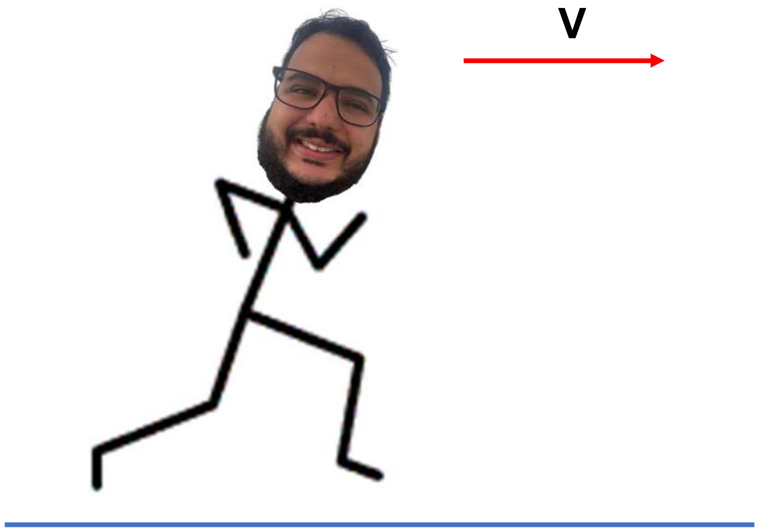
2. Modalidades de energia

Energia mecânica

- **Energia cinética**
  - Associada ao movimento
- **Energia potencial**
  - Elástica
  - Gravitacional
  - Elétrica
  - Energia armazenada
  - Pode ser convertida em movimento
- **Energia Radiante**
- **Energia Nuclear**

2. Modalidades de energia

Energia cinética: associada ao movimento do corpo.

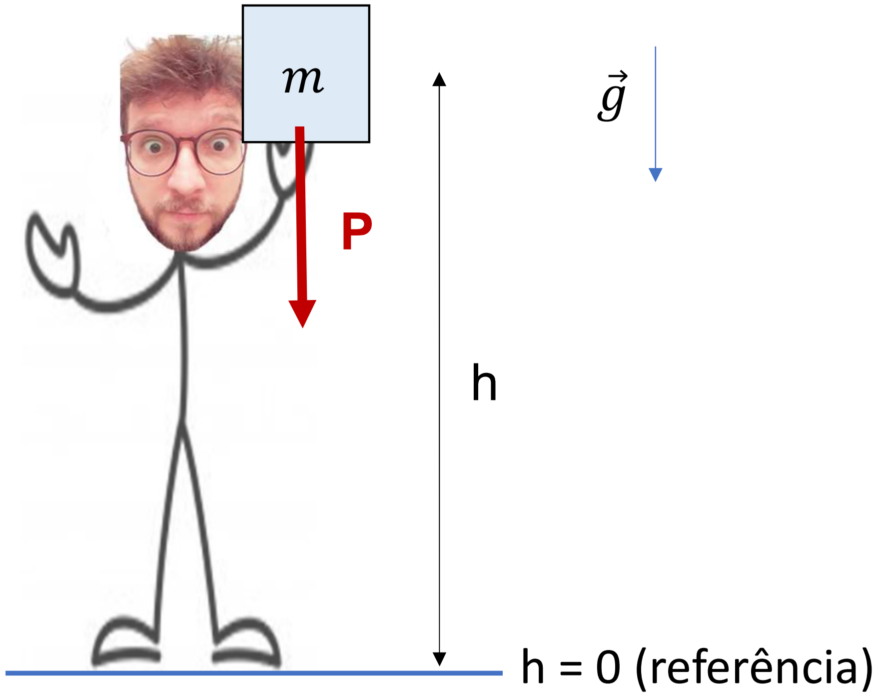


Como calcular?

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

SI: J kg m/s

Energia potencial gravitacional: associada à posição do corpo. Energia armazenada.



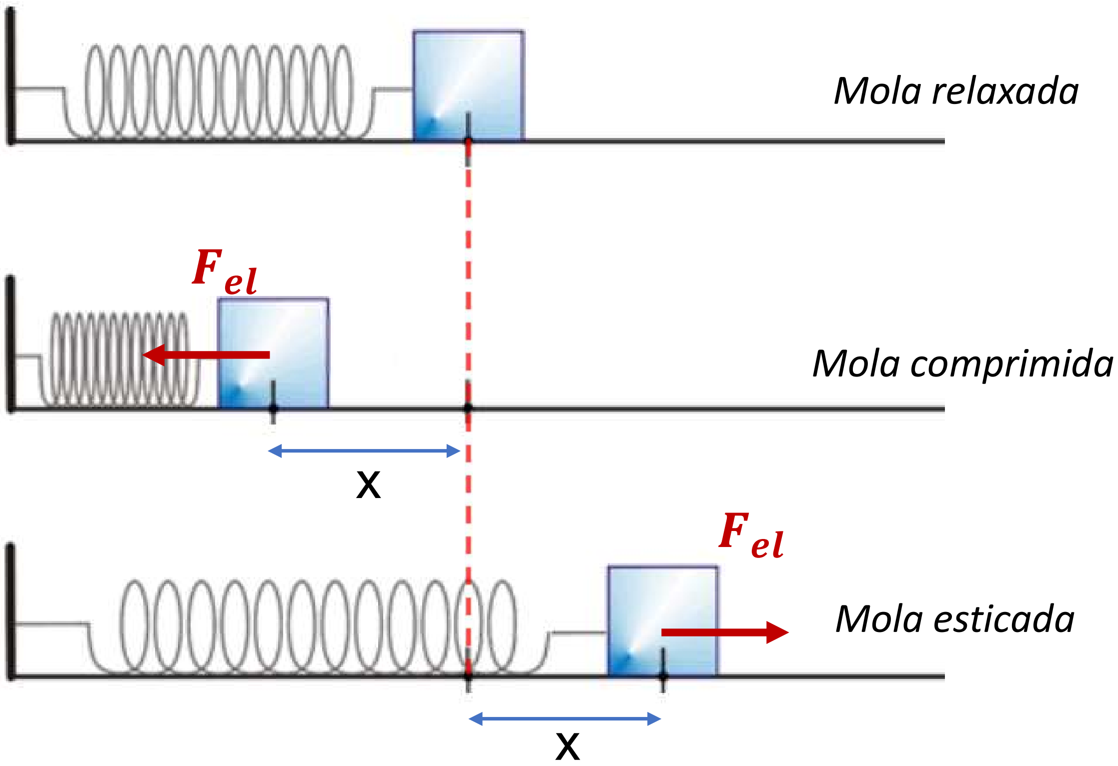
Como calcular?

$$E_{p\ grav} = m \,.\, g \,.\, h$$

SI: J   kg   m/s²   m

2. Modalidades de energia

Energia potencial elástica: associada à posição do corpo. Energia armazenada.



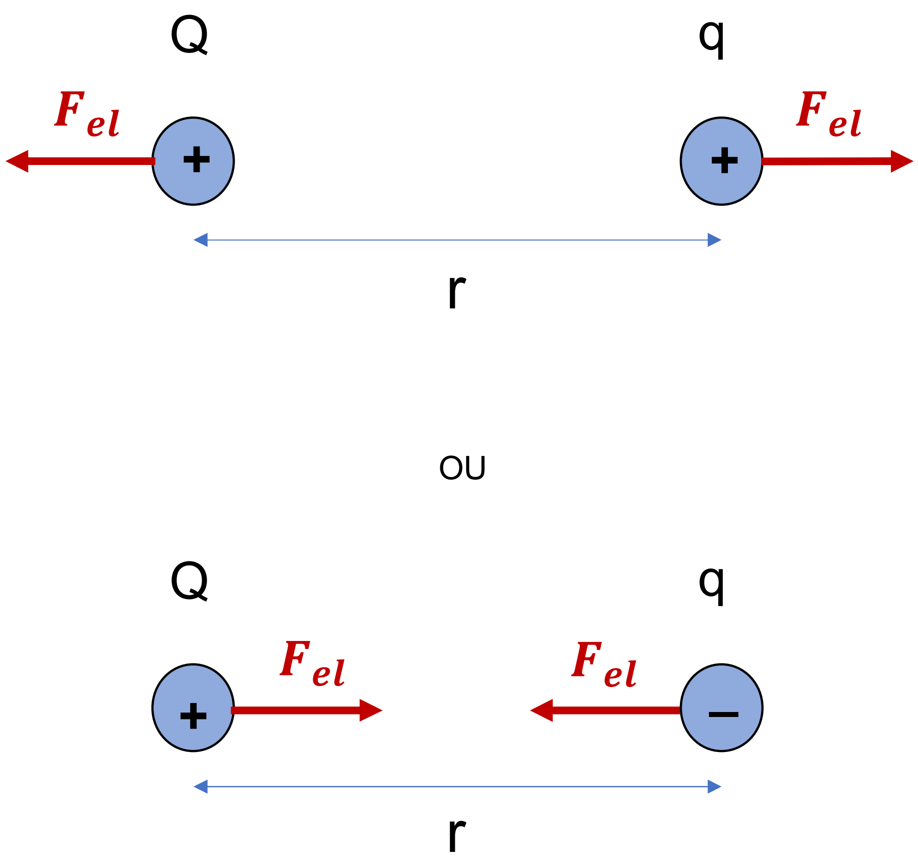
Como calcular?

$$E_{p\ elástica} = \frac{1}{2}\,k \cdot x^2$$

SI: J — N/m *(constante elástica)* — m *(deformação)*

2. Modalidades de energia

Energia potencial *elétrica*: associada à posição do corpo. Energia armazenada.



Como calcular?

$$E_{p\ elétrica} = \frac{k \,.\, \boxed{Q \,.\, q}}{r}$$

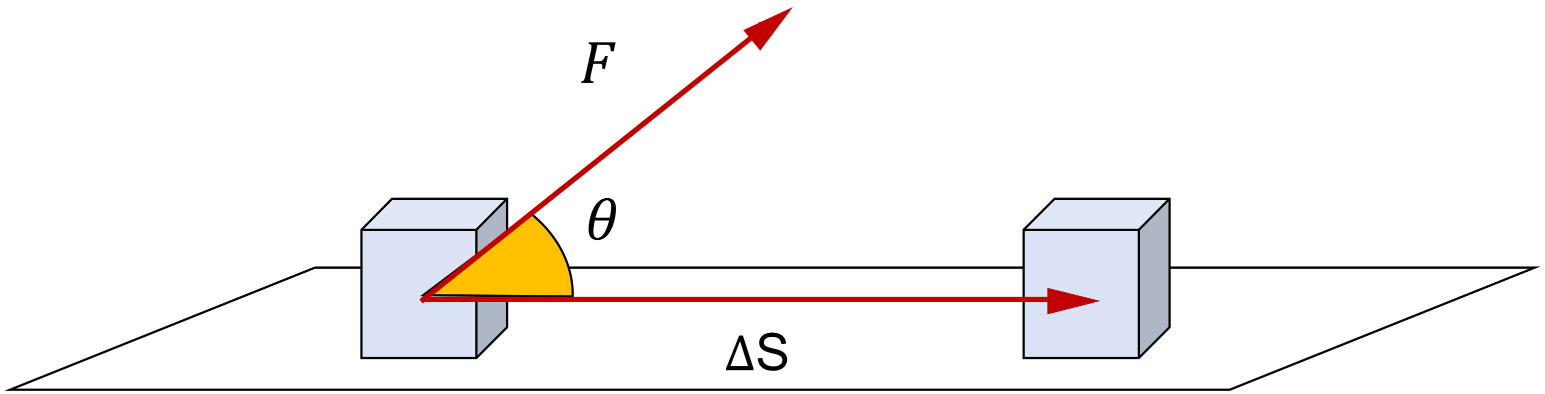
SI: J $\quad \frac{N \,.\, m^2}{C^2} \quad$ m $\quad$ C

(constante eletrostática do meio)

(quantidade de carga elétrica de cada corpo)

3. Trabalho de uma força constante

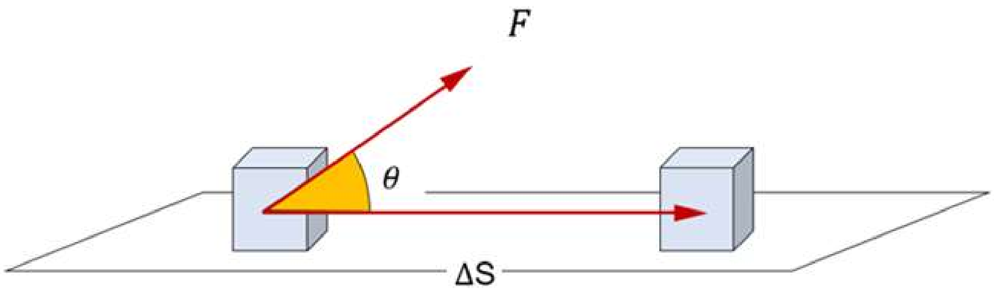
Calcula a quantidade de energia que é transformada ou transferida



$$\boxed{\tau = F \,.\, \Delta S \,.\, \cos\theta}$$

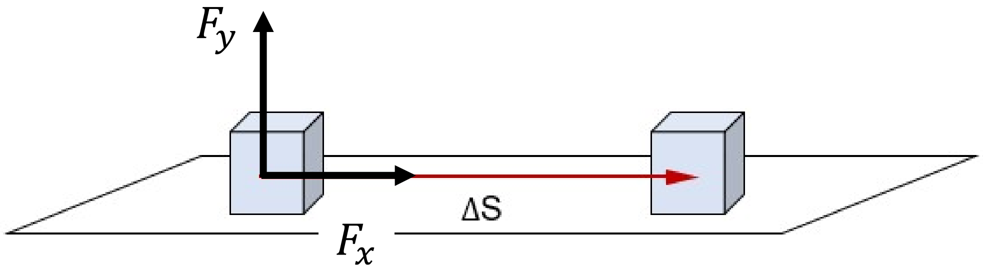
SI: J N m

3. Trabalho de uma força constante



$$\tau = F \,.\, \Delta S \,.\, \cos\theta$$

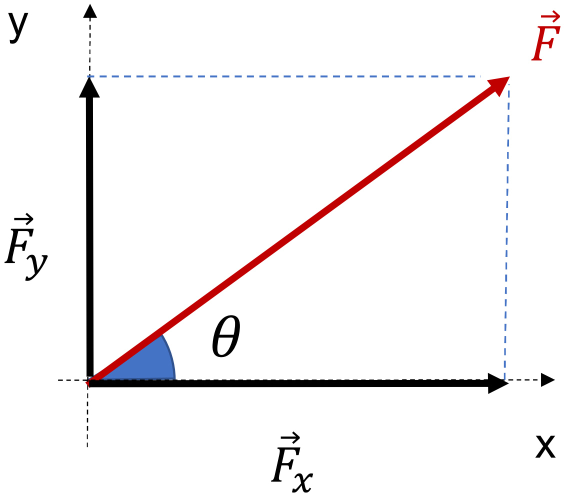
Calculam a mesma coisa

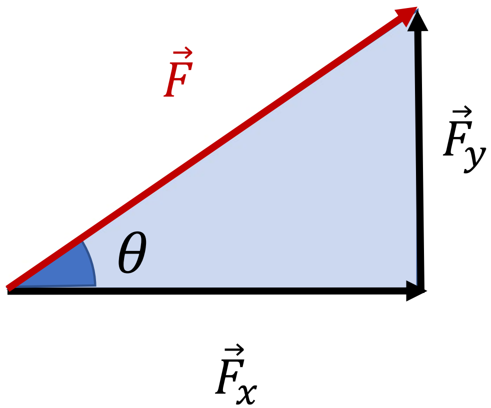


$$\tau = F_x \,.\, \Delta S$$

$$\tau^{F_y} = F_y \,.\, \Delta S \,.\, \overset{0}{\cancel{\cos 90°}} = 0$$

$$\tau^{F_x} = F_x \,.\, \Delta S \,.\, \overset{1}{\cancel{\cos 0°}} = F_x \,.\, \Delta S$$

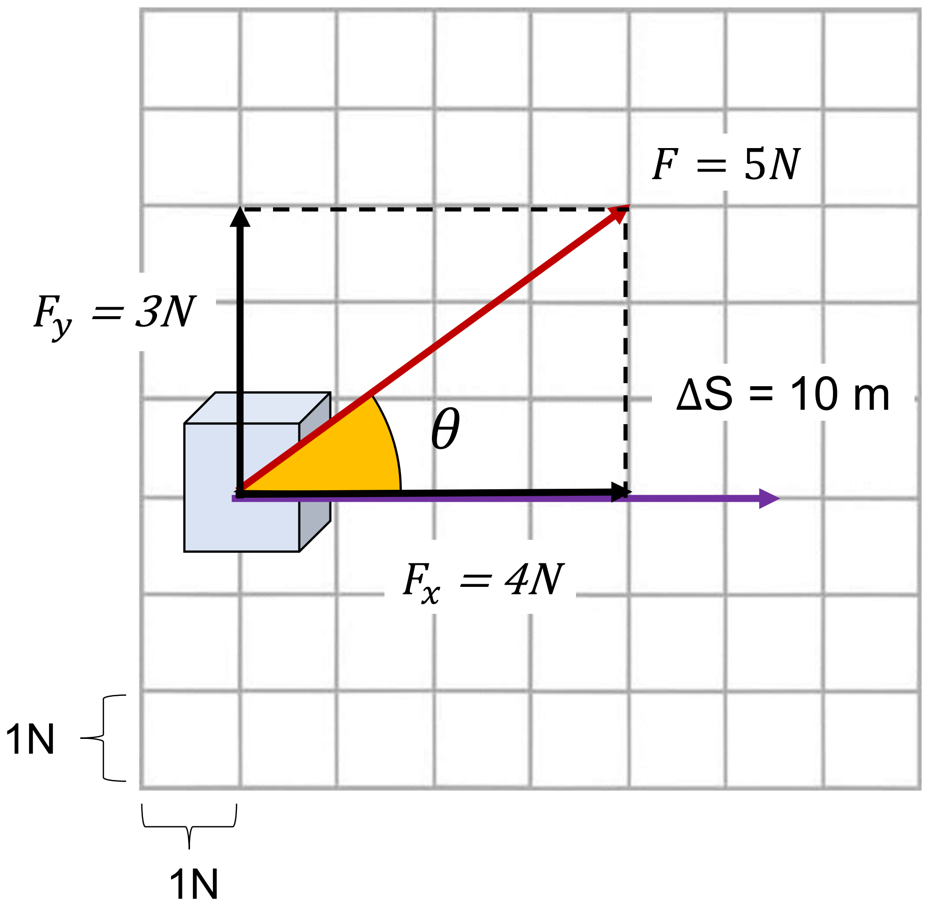




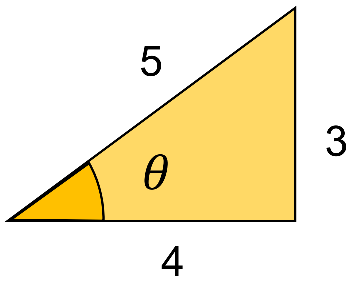
$$\cos\Theta = \frac{F_x}{F} \;\rightarrow\; F_x = F \,.\, \cos\Theta$$

F_x : projeção de F na direção do deslocamento

(Extra do Caio 2024) Calcule o trabalho realizado pela força F.



$$\boldsymbol{\tau = F \,.\, \Delta S \,.\, \cos\theta}$$



$$\cos\theta = \frac{Ca}{Hip} = \frac{4}{5} = 0{,}8$$

$$\tau = 5 \,.\, 10 \,.\, 0{,}8$$

$$\therefore \tau = 40\ J$$

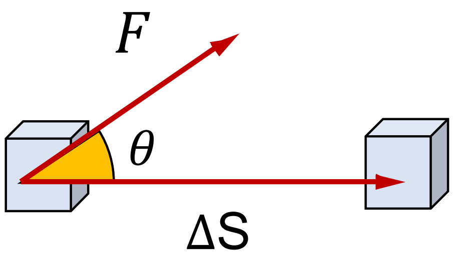
$$\boldsymbol{\tau = F_x \,.\, \Delta S}$$

$$\tau = 4 \,.\, 10$$

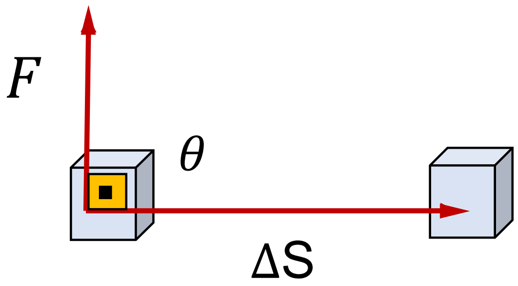
$$\therefore \tau = 40\ J$$

3. Trabalho de uma força constante

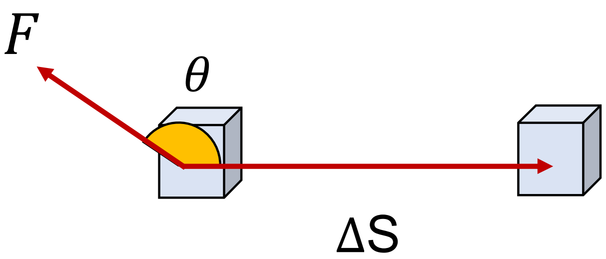
$$\tau = F \,.\, \Delta S \,.\, \cos\theta$$



$0 \leq \theta < 90°$ $\Rightarrow$ $\cos\theta > 0$ $\Rightarrow$ $\tau > 0$ $\Rightarrow$ Trabalho (positivo) motor



$\theta = 90°$ $\Rightarrow$ $\cos\theta = 0$ $\Rightarrow$ $\tau = 0$ $\Rightarrow$ Trabalho (0) nulo

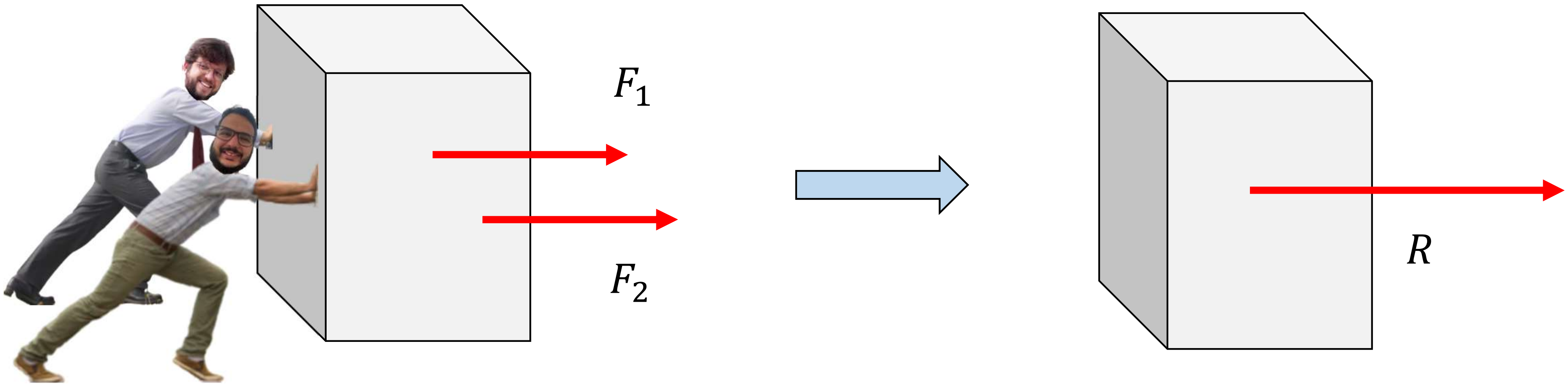


$90° < \theta \leq 180°$ $\Rightarrow$ $\cos\theta < 0$ $\Rightarrow$ $\tau < 0$ $\Rightarrow$ Trabalho (negativo) resistente

4. Trabalho da resultante

Resultante

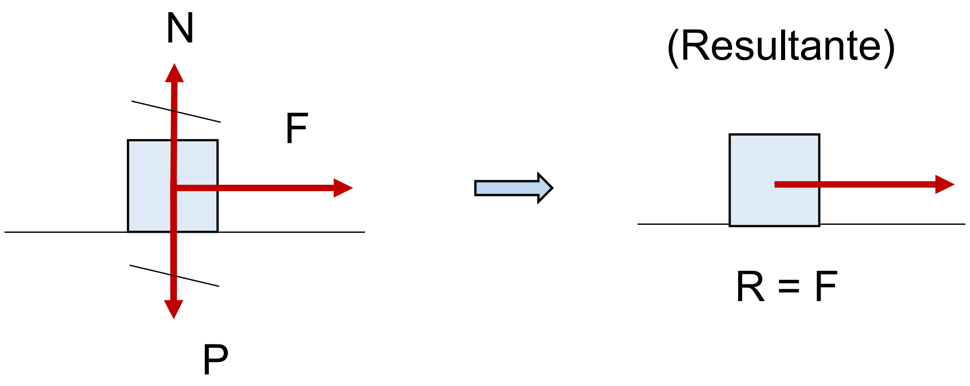
É uma força fictícia que, se existisse e atuasse sozinha, causaria o mesmo efeito dinâmico daquelas forças que compõem o sistema



Definição formal

$$\boxed{\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 \ \ldots}$$

4. Trabalho da resultante



É uma força fictícia que, se existisse e atuasse sozinha, causaria o mesmo efeito dinâmico daquelas forças que compõem o sistema

$$\tau_R = \tau_F + \tau_P + \tau_N$$

Generalizando:

$$\tau_R = \tau_{F_1} + \tau_{F_2} + \tau_{F_3} + \ldots \tau_{F_n}$$

4. Trabalho de uma força variável

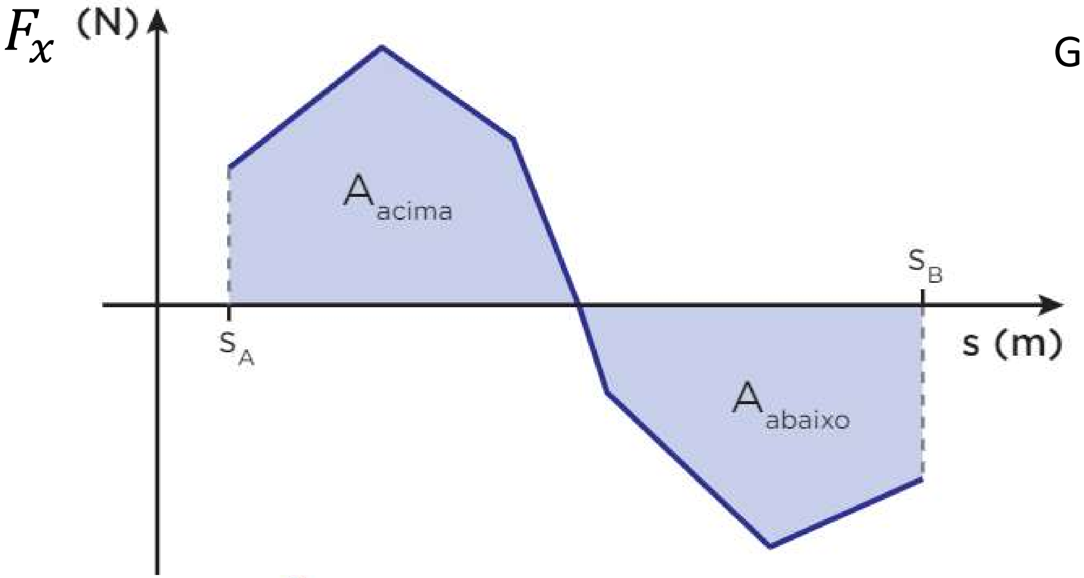
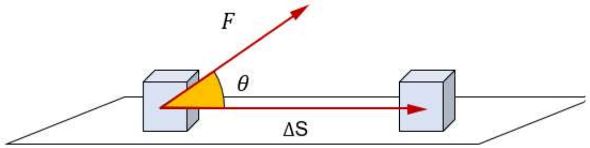
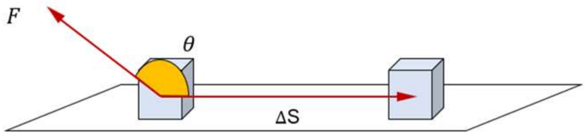
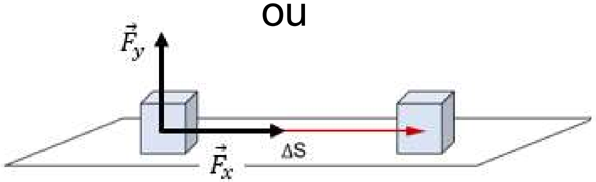


Gráfico da projeção de F na direção da trajetória



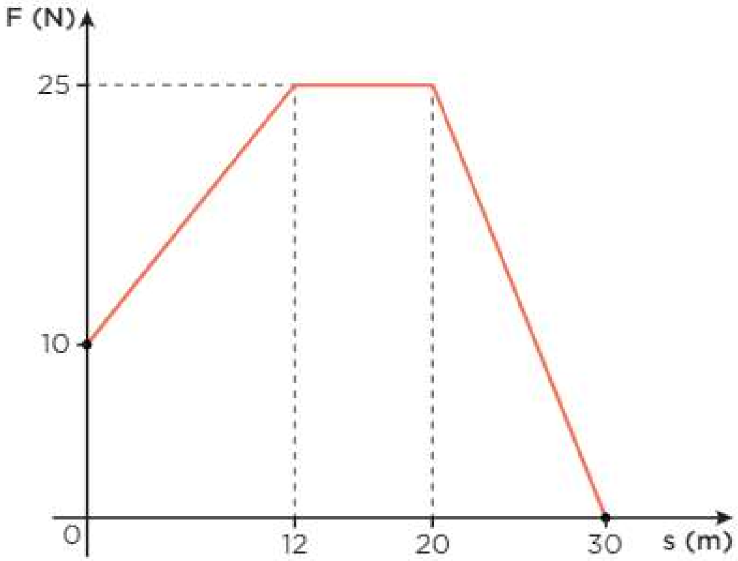


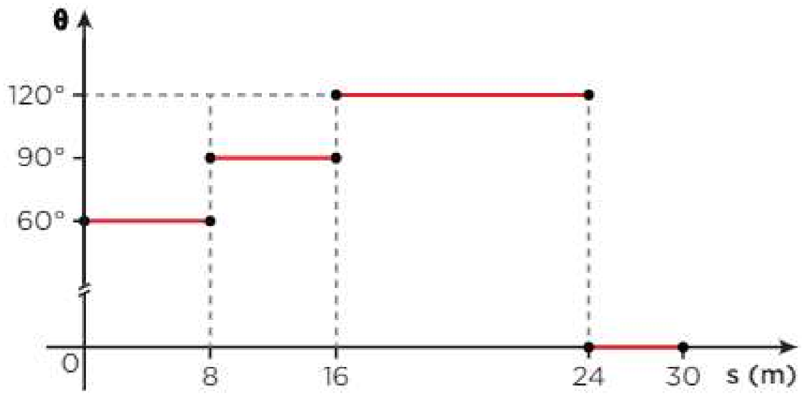
ou



$$\boxed{\tau_F \overset{N}{=} A_{acima} - A_{abaixo}}$$

4. Trabalho de uma força variável





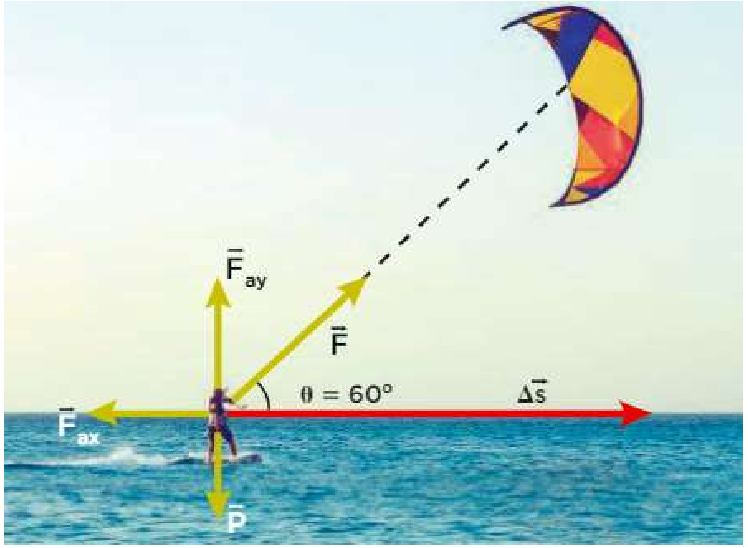
Para uma força F em qualquer direção

$$\boxed{\tau_F \overset{N}{=} A \;\; x \; cos\,\theta}$$

Dica supimpa!

Exercícios

1. Um esporte que ganha cada vez mais adeptos é o kitesurf. Nesse esporte, o praticante utiliza uma prancha, onde seus pés podem ficar presos ou não, e uma pipa (kite, em inglês). A pipa é arrastada pelo vento, puxando o atleta. Pode ser praticado em águas mais calmas, como em represas, ou no mar, onde o atleta pode até “saltar” ondas. A figura abaixo ilustra um atleta praticando kitesurf em um local de águas calmas, bem como o deslocamento realizado pelo conjunto atleta-prancha, e as forças nele aplicadas. Para facilitar a análise, a força aplicada pela água no conjunto atleta-prancha está decomposta em duas direções, paralela e perpendicular ao deslocamento.



Sabe-se que:

. massa do conjunto atleta-prancha: m = 80 kg
. a aceleração do conjunto é constante e igual a 0,5 m/s²
. componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: Fax = 10 N
. força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: F = 100 N
. g = 10 m/s²

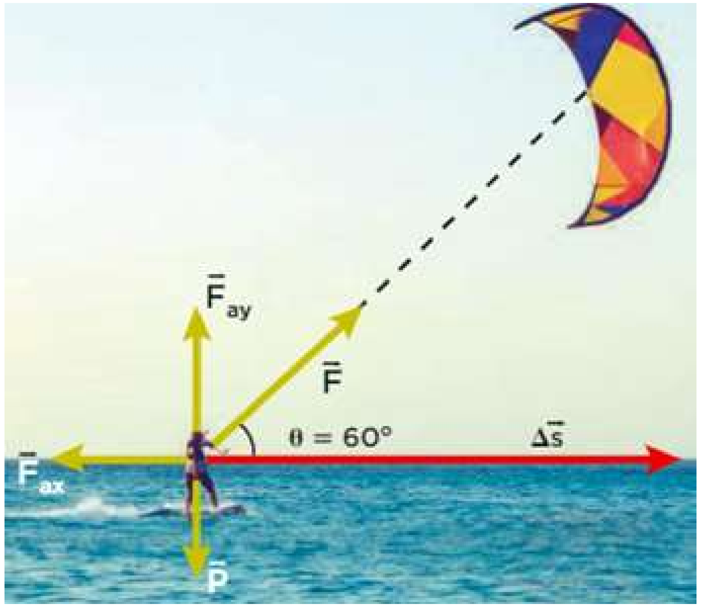
Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

a) Determine o trabalho da força F, da força peso, e das componentes Fax e Fay.

b) Calcule a resultante das forças que atuam no conjunto.

c) Determine o trabalho da resultante.

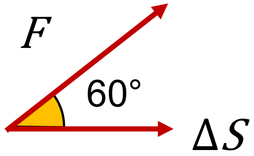
d) Compare os resultados encontrados no item c com a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no conjunto. Qual é a conclusão?

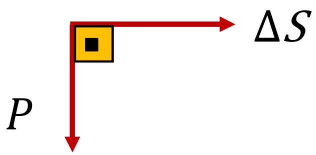


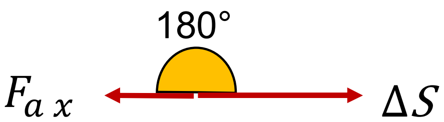
Sabe-se que:
. massa do conjunto atleta-prancha: m = 80 kg
. a aceleração do conjunto é constante e igual a 0,5 m/s²
. componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: Fax = 10 N
. força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: F = 100 N
. g = 10 m/s²

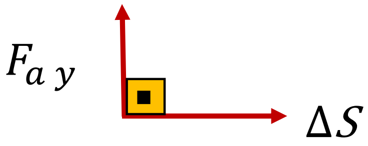
Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

a) Determine o trabalho da força F, da força peso, e das componentes Fax e Fay.









$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos 60°$

$\tau = 100 \cdot 20 \cdot 0{,}5$

$\tau = 1000\ \text{J}$

$\tau = P \cdot \Delta S \cdot \overset{0}{\cos 90°}$

$\tau = 0$

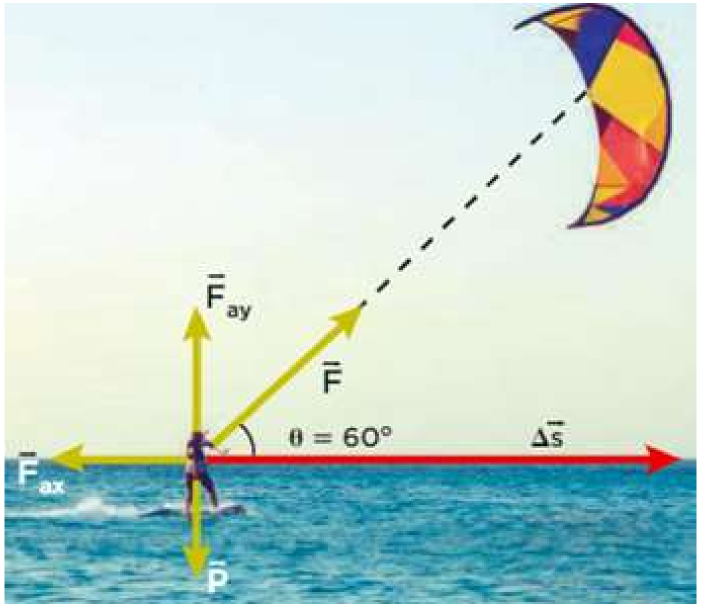
$\tau = F_{ax} \cdot \Delta S \cdot \cos 180°$

$\tau = 10 \cdot 20 \cdot -1$

$\tau = -200\ J$

$\tau = F_{ay} \cdot \Delta S \cdot \overset{0}{\cos 90°}$

$\tau = 0$



Sabe-se que:

. massa do conjunto atleta-prancha: m = 80 kg

. a aceleração do conjunto é constante e igual a 0,5 m/s²

. componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: Fax = 10 N

. força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: F = 100 N

. g = 10 m/s²

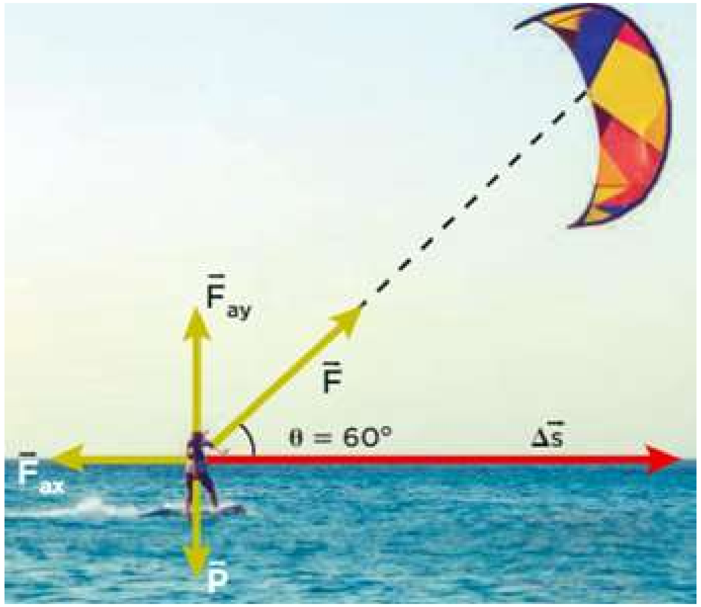
Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

b) Calcule a resultante das forças que atuam no conjunto.

R = m . |a|

R = 80 . 0,5

R = 40 N



Sabe-se que:

. massa do conjunto atleta-prancha: m = 80 kg

. a aceleração do conjunto é constante e igual a 0,5 m/s²

. componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: Fax = 10 N

. força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: F = 100 N

. g = 10 m/s²

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

c) Determine o trabalho da resultante.

$R = 40\ N$

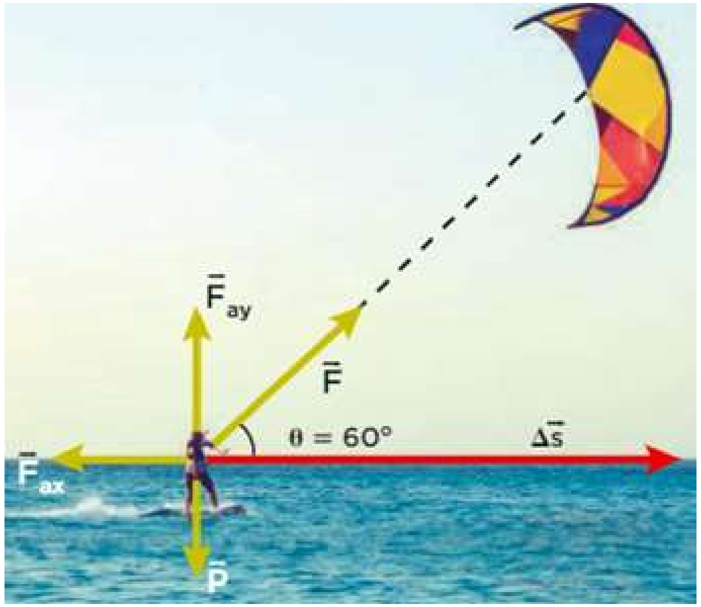
0° 

ΔS

$\tau^R = \mathrm{R}\ .\ \Delta S\ .\ \cos 0°$

$\tau^R = 40\ .\ 20\ .\ 1$

$\tau^R = 800\ \mathrm{J}$



Sabe-se que:
. massa do conjunto atleta-prancha: m = 80 kg
. a aceleração do conjunto é constante e igual a 0,5 m/s²
. componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: Fax = 10 N
. força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: F = 100 N
. g = 10 m/s²

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

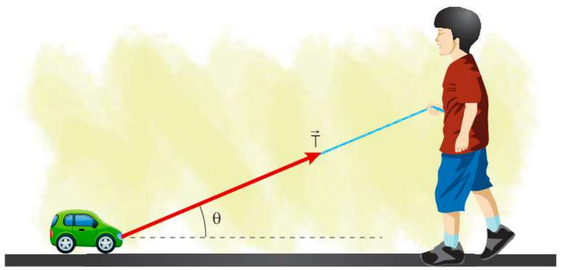
d) Compare os resultados encontrados no item c com a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no conjunto. Qual é a conclusão?

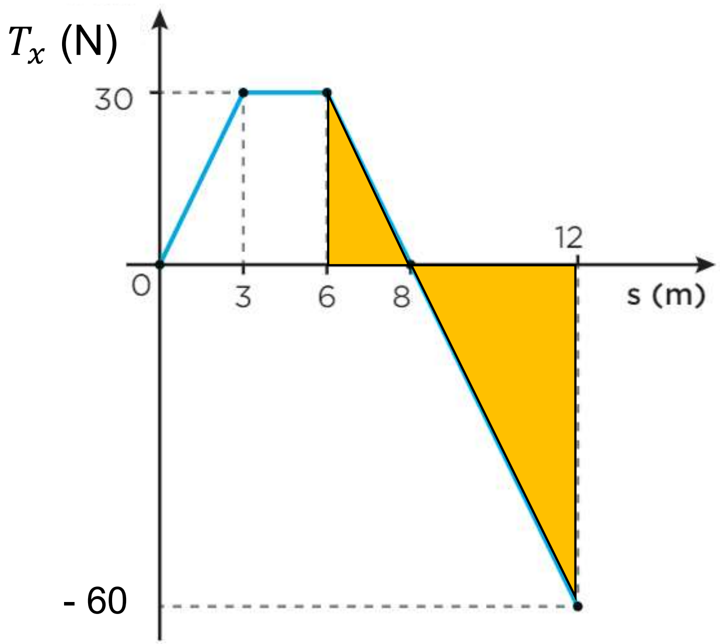
τ^R = 800 J

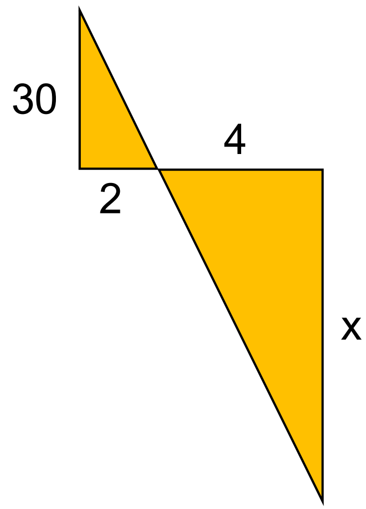
$\tau^F + \tau^P + \tau^{Fa} + \tau^{Fay}$ = 1000 + 0 – 200 + 0 = 800 J

Conclusão: $\tau^R = \tau^F + \tau^P + \tau^{Fax} + \tau^{Fay}$

2. Um garoto brinca com seu carrinho, puxando-o com um fio. A força de tração T aplicada pelo fio ideal sobre o carrinho está indicada na figura.







Enquanto a criança se diverte, a força de tração varia, e sua projeção na direção do movimento em função do espaço está indicada no gráfico a seguir.

$$\frac{x}{4} = \frac{30}{2}$$

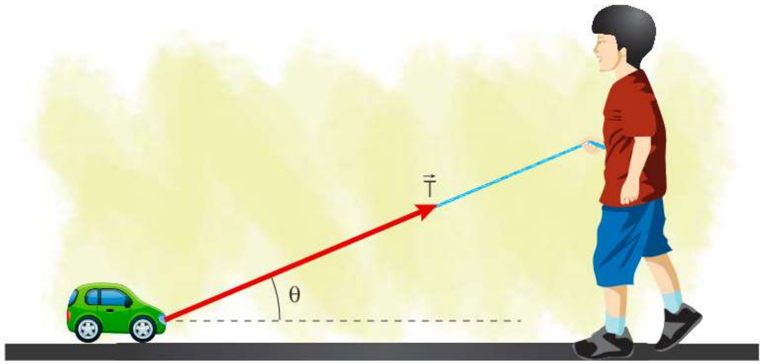
O trabalho da força T ao longo desse movimento vale:

$$\therefore x = 60$$

a) 210 J. b) 0. c) 30 J. d) 50 J. e) 45 J.

$\boxed{\tau^T = ?}$

Se T fosse constante: $\tau^T = T \,.\, \Delta S \,.\, \cos\theta$ ou $\tau^T = T_x \,.\, \Delta S$



Porém, T é variável:

$$\tau_T \overset{N}{=} A_{acima} - A_{abaixo}$$

$$A_{acima} = \frac{(B+b).h}{2} = \frac{(8+3).30}{2} = 165$$

$$A_{abai} = \frac{B\,.\,h}{2} = \frac{4.60}{2} = 120$$

$$\tau_T = 165 - 120 \qquad \boxed{\therefore\ \tau_T = 45\text{J}}$$